

PENGARUH LAMANYA PENGADUKAN TERHADAP NILAI SLUMP DAN KANDUNGAN UDARA CAMPURAN BETON

Harun Mallisa *

Abstract

The aim of this research is to know the effect of period mix on fresh concrete to concrete compressive strength. The length of mixture time was varied with seven different times i.e. 2, 7, 12, 17, 22, 27 and 32 minutes of which the results were tested for their slump values and concrete compression strength. The results of the tests indicated that the length of mixture time has an effect on slump value and air content in concrete. At the length of mixture time 2 minutes with the slump value 125 mm when it is extended to 32 minutes; its slump value decreased to 45 mm or drop to 64 % and the air content in concrete mixture increases from 1,84% to 3,14%.

Key word: mixture time of concrete, fresh concrete, compression strength.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama pengadukan pada beton segar terhadap kuat tekan beton. Lama pengadukan divariasi sebanyak tujuh waktu berbeda yakni 2, 7, 12, 22, 27 dan 32 menit yang mana dari setiap variasi waktu tersebut dilakukan pengujian slump dan kuat tekan beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lama pengadukan berpengaruh pada nilai slump dan kuat tekan beton. Pada lama pengadukan 2 menit dengan slump 125 mm namun bila diperpanjang hingga 32 menit nilai slump menurun sampai 45 mm atau turun sebesar 64 % dan kandungan udara dalam beton meningkat dari 1,8 % ke 3,14 %.

Kata kunci: Lama pengadukan beton, beton segar dan kuat tekan

1. Pendahuluan

Tentang sifat dari adukan beton yang baik menurut R.Segel (1993) menyatakan bahwa semua jenis beton struktural haruslah direncanakan untuk memenuhi sifat kekentalan adukan beton (workability), kekuatan dan ketahanan (durabilitas) betonnya. Selanjutnya hal yang menyangkut mutu beton oleh Soetjipto (1976), menjelaskan bahwa ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi mutu beton, di antaranya adalah faktor pelaksanaan pengadukan beton serta perawatan terhadap beton segar (curing). Hal yang sama juga dikemukakan oleh L.J. Murdock (1981) bahwa pengolahan

campuran beton sangat mempengaruhi mutu dan kekuatan tekan beton. Dalam hal pengadukan beton faktor lama waktu pengadukan campuran beton juga sangat berperan dalam membuat adukan beton yang bermutu, yaitu yang memenuhi sifat kekentalan adukan beton (workability), kekuatan dan ketahanan betonnya.

Sampai saat sekarang dalam mengaduk campuran beton masih banyak dijumpai orang menggunakan mesin pengaduk (molen beton) yang kecil, yaitu yang berkapasitas maksimal 350 liter. Dengan mesin pengaduk tersebut kadang orang kurang memperhatikan lagi faktor lama waktu

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

pengadukannya, artinya lama waktu pengadukan tidak tetap tetapi hanya diperkirakan saja; dampaknya kemungkinan mutu beton dari setiap pengadukan akan berbeda sehingga kuat tekan beton yang dihasilkan.

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji adanya pengaruh sebab-akibat lama waktu pengadukan campuran beton terhadap nilai slump dan kandungan udara dalam beton. Lama pengadukan campuran beton yang dimaksud adalah banyaknya waktu yang digunakan untuk mencampur adukan beton dalam satuan menit, yang dihitung setelah semua bahan dimasukkan ke dalam drum pengaduk (molen beton) menurut volume adukan dan putaran mesin pengaduk yang konstan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengadukan beton

Pada dasarnya mutu beton tergantung pada sifat dan karakteristik bahan pembentuknya, cara pengerjaannya dan kondisi lingkungan sekitarnya terutama faktor suhu ketika beton itu dikerjakan. Dalam hal pengerjaan beton, faktor pengadukan beton menjadi salah satu kegiatan yang penting terutama untuk jenis beton struktural yang harus direncanakan dan dikerjakan untuk memenuhi kekentalan (konsistensi) dari adukan, kekuatan dan ketahanan (durabilitas) betonnya. (R.Segel, 1993; Soetjipto, 1987 dan L.J.Murdock, 1981).

Untuk mendapatkan hasil adukan yang baik, maka pengadukan beton haruslah dilakukan dengan mesin pengaduk supaya proses penyatuannya (homogenitas) dapat lebih baik dan cepat. Lama waktu pengadukan tergantung pada kapasitas dari drum pengaduk, yaitu banyaknya bahan yang akan diaduk, jenis dan butiran agregat (gradasi), serta workabilitas adukannya. Dalam L.J.Murdock (1981) dikemukakan untuk volume adukan yang tertentu diperlukan lama waktu pengadukan sebagai berikut : $\leq 2 \text{ m}^3$ -

$1\frac{1}{2}$ menit, $2\frac{1}{2} \text{ m}^3$ - 2 menit, 3 m^3 - $2\frac{1}{2}$ menit, 5 m^3 - 3 menit.

Sedang menurut ACI dan ASTM C.14 - 78a lama waktu pengadukan ditentukan sebagai berikut : $0,8 \text{ m}^3$ - 1 menit, $1,5 \text{ m}^3$ - $1\frac{1}{4}$ menit, $2,3 \text{ m}^3$ - $1\frac{1}{2}$ menit, $3,1 \text{ m}^3$ - $1\frac{3}{4}$ menit, $3,8 \text{ m}^3$ - 2 menit, $4,6 \text{ m}^3$ - $2\frac{1}{4}$ menit, $7,6 \text{ m}^3$ - $3\frac{1}{4}$ menit.

Didalam PBI 71-6.2.3. disebutkan lama waktu pengadukan paling sedikit $1\frac{1}{2}$ menit, setelah semua bahan telah dimasukkan kedalam drum pengaduk, sementara oleh Soetjipto (1987), L.J.Murdock (1981) dan Sumardi (1998) menyatakan bahwa lama pengadukan tidak perlu lebih dari $2\frac{1}{2}$ - $3\frac{1}{2}$ menit.

2.2 Sifat Pengeluaran Air dari Adukan (Bleeding).

Pengeluaran air pada adukan beton disebabkan oleh pengeluaran air sebagian dari pasta semennya. Pasta semen merupakan larutan kental, yang labil oleh gravitasi (Soetjipto, 1987). Bila digunakan air adukan yang lebih banyak daripada yang digunakan untuk proses hidrasi dengan semen (pengikatan dan pengerasan) maka kelebihan air akan naik ke permukaan adukan beton dengan membawa butiran semen yang belum bereaksi secara sempurna dan kemudian membentuk lapisan yang lemah, serta berpori karena adanya lapisan buih/busa semen (laitance).

Meskipun ukuran butiran semen bervariasi atau tidak seragam, tetapi karena adanya air kemudian menggumpal sehingga butiran akan turun dengan kecepatan yang relatif sama. Air bening yang bebas terlepas dari reaksi hidrasi dengan semen terdesak ke atas dan selain itu terdapat pula butiran semen yang bereaksi lambat ikut terbawa oleh air ke permukaan.

Jika proses pengeluaran air (bleeding) belum selesai, sementara pasta semennya lebih dulu mengeras, akan memungkinkan konsentrasi butiran semen yang tidak serba sama. Pada lapisan bawah terdapat hasil sedimen

yang lengkap, sebaliknya pada lapisan atas belum atau tidak lengkap.

Tentang pengaruh bleeding terhadap mutu beton, oleh V.Sampebulu (1996) dijelaskan bahwa ketika bleeding sedang berlangsung air campuran terjebak didalam kantong-kantong yang terbentuk antara agregat dengan pasta semen (matriks). Sesudah bleeding selesai dan beton sudah mengeras, kantong-kantong tersebut menjadi kering ketika berlangsung perawatan dalam keadaan kering. Akibatnya apabila ada tekanan kantong-kantong tersebut penyebab mudahnya terjadi retak pada beton, karena kantong-kantong hanya berisi udara dan bahan lembut semacam debu halus.

Untuk mengurangi sifat pengeluaran air (bleeding) pada adukan beton beberapa hal yang dapat dilakukan antara lain sebagai berikut :

- a. Jumlah air campuran yang digunakan tidak melebihi kebutuhan untuk dapat mencapai sifat dapat dikerjakan (workabilitas) secara baik
- b. Campuran dengan semen yang lebih banyak.
- c. Gunakan jenis semen dengan butiran yang lebih halus.
- d. Agregat dengan gradasi yang lebih.
- e. Gunakan bahan tambahan pembantu.

Makin banyak semen yang digunakan makin banyak air yang dipakai untuk proses berhidrasi dalam adukan beton; makin halus butiran semen makin besar jumlah luas permukaannya sehingga makin banyak air yang terpakai oleh semen dalam proses pengikatan dan pengerasan beton. Bila agregat dengan gradasi yang lebih baik maka kebutuhan pasta semen akan berkurang dalam mencapai sifat dapat dikerjakan yang tertentu pada adukan beton.

2.3 Pengaruh waktu pengadukan

Pengadukan bahan campuran beton dengan menggunakan mesin

pengaduk (molen beton), tentu hasilnya akan lebih baik daripada bila diaduk secara manual (dengan skop atau pacul). Pengadukan secara manual umumnya hanya di peruntukkan pada pekerjaan beton yang sederhana dimana persyaratan kekuatan dan kepadatan beton sama sekali tidak dituntut, atau pada pekerjaan yang non-struktural (PBI 71-4.2.2).

Soetjipto (1987), dijelaskan bahwa lama waktu pengadukan tidak boleh terlalu singkat/pendek, sehingga adukan tidak merata pencampurannya, tetapi sebaliknya juga tidak boleh terlalu lama karena akan mengurangi kekuatan tekan betonnya. Waktu pengadukan juga tidak boleh kurang dari 1,5 menit, tetapi tidak perlu lebih dari 2 menit. Pengadukan yang terlalu lama memberi pengaruh yang kurang baik pada adukan beton sehingga mengakibatkan menurunnya kekuatan tekan beton.

Dalam PBI 71-6.2.3. mensyaratkan bahwa waktu pengadukan tergantung pada kapasitas drum pengaduk, banyaknya bahan yang akan diaduk, jenis dan susunan butiran dari agregat yang dipakai dan slump betonnya. Akan tetapi pada umumnya waktu pengadukan harus diambil paling sedikit 1,5 menit setelah semua bahan dimasukkan kedalam drum pengaduk. Setelah selesai pengadukan, adukan beton harus memperlihatkan susunan dan warna yang merata.

3. Metode Penelitian

3.1 Bahan dan perlengkapan penelitian

Bahan dan perlengkapan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bahan-bahan yang digunakan
 - o Semen Portland jenis/tipe I
 - o Agregat halus atau pasir yang lazim digunakan untuk bahan campuran beton.
 - o Agregat kasar berupa batu pecah.
 - o Air bersih dari PDAM.

- Pada penelitian ini tidak digunakan bahan tambahan pembantu (admixture).
- b. Peralatan yang digunakan
- Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
Mesin pengaduk, Stopwatch, Thermometer, Kerucut Abrams dan perlengkapannya untuk pengujian Nilai Slump, Silinder untuk mencetak benda uji beton, Penggetar poker untuk pemadatan pencetakan benda uji beton, Mesin tekan beton, alat bantu lainnya.
- c. Lokasi Penelitian
- Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Beton Universitas Samratulangi, Manado.

3.2 Prosedur penelitian

Prosedur dan metode rancangan pada penelitian ini diberi perlakuan secara sama untuk setiap variabel lama waktu pengadukan. Peralatan yang akan digunakan, dan bahan-bahan campuran beton yang diperlukan lebih dulu dipersiapkan sesuai hasil perhitungan proporsi campuran (mix design concrete) untuk satu kali pengadukan pada setiap variabel lama waktu pengadukan.

Kecepatan putar mesin pengaduk (molen) diatur yaitu sekitar 25

putaran per menit. Bila mesin pengaduk sudah berputar normal, bahan-bahan campuran beton dimasukkan kedalam drum pengaduk secara berurutan yaitu agregat kasar dan sebagian air, kemudian agregat halus, semen, dan sisa sebagian air adukan tadi. Lama waktu memasukkan bahan-bahan tersebut tidak lebih dari 5 menit. Sesudahnya itu lama waktu pengadukan mulai dihitung dengan menggunakan Stopwatch, sesuai dengan lama waktu pengadukan yang ditentukan.

Selanjutnya adukan beton dikeluarkan dan langsung diuji / diukur nilai slumpnya, kandungan udara, faktor kepadatannya (compaction factor) dan membuat benda ujinya.

Memadatkan benda uji digunakan internal vibro atau poker selama 30 detik, kemudian diberi lapisan pasta semen untuk meratakan permukaan benda uji (capping). Setelah 24 jam cetakan benda uji dapat dibuka, kemudian dilakukan perawatan akan disesuaikan dengan periode umur pengujian kuat tekan beton, yaitu umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari.

Rancangan perlakuan pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rancangan metode perlakuan variabel

Lama Pengadukan (menit)	Metode pengadukan	Metode Perawatan benda uji	Metode pemadatan benda uji	Metode uji tekan benda uji
2 7 12 17 22 27 32	Dengan molen	Dengan perawatan direndam (water curing)	Dengan internal vibrator (poker)	Dengan mesin uji tekan pada periode perawatan 3, 7, 14, 21, 28 hari

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil penelitian

Untuk memperoleh hasil dari penelitian ini dilakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap sifat adukan beton dari masing-masing variabel perlakuan lama pengadukan beton. Hasil-hasil pengujian yang dimaksud, dari setiap variabel lama pengadukan dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Nilai Slump

Dari penelitian ini lama pengadukan campuran beton juga berpengaruh terhadap kekentalan adukan beton, dengan diperolehnya nilai slump yang bervariasi. Hasil

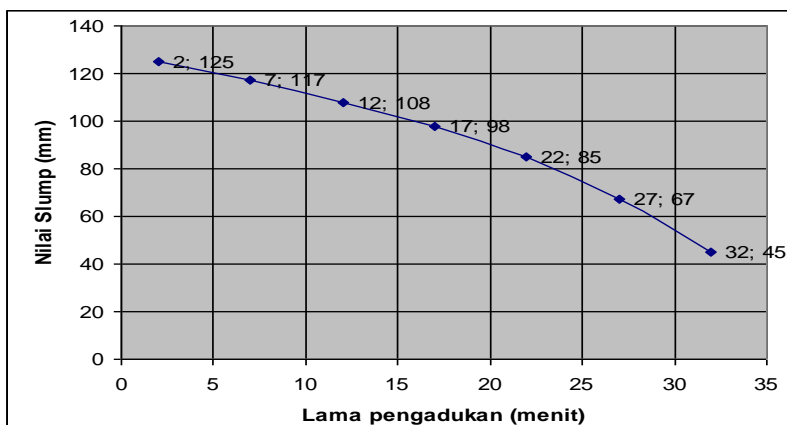
pengujian slump menunjukkan bahwa semakin lama beton diaduk, semakin rendah nilai slump yang diperoleh atau terjadi penurunan nilai slump seperti pada Tabel 2 dan Gambar 1.

b. Kandungan Udara beton segar

Hasil pemeriksaan kandungan udara menunjukkan adanya pengaruh lamanya pengadukan campuran beton, terhadap kandungan udara dalam adukan. Pengaruhnya nampak bahwa semakin lama campuran beton diaduk, semakin tinggi kandungan udara di dalam adukan beton seperti pada Tabel 3 dan gambar 2.

Tabel 2. Besarnya penurunan nilai slump menurut lamanya pengadukan

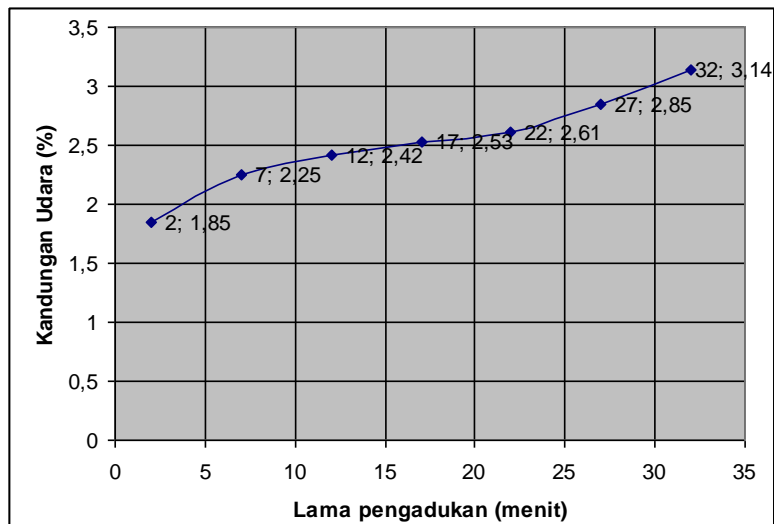
No.	Lama pengadukan (menit)	Nilai slump (mm)	Penurunan Nilai slump	
			mm	%
1	2	125		
2	7	117	8	6,40
3	12	108	9	7,69
4	17	98	10	9,25
5	22	85	13	13,26
6	27	67	18	21,17
7	32	45	22	32,83



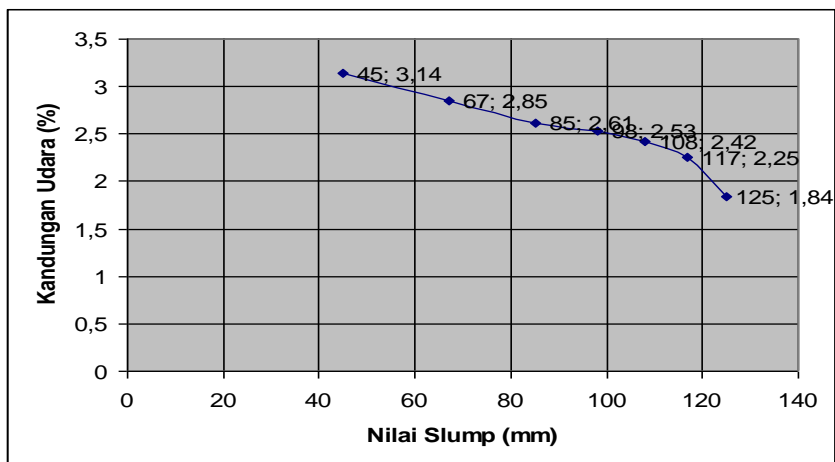
Gambar 1. Hubungan lama pengadukan campuran beton terhadap nilai slump.

Tabel 3. Persentase pertambahan kandungan udara menurut lama waktu pengadukan campuran beton.

No.	Lama pengadukan (menit)	Kandungan udara (%)	Persentase kenaikan	
1.	2	1,84	-	-
2.	7	2,25	0,41	22,3
3.	12	2,42	0,58	31,5
4.	17	2,53	0,69	37,5
5.	22	2,61	0,77	41,8
6.	27	2,85	1,01	54,9
7.	32	3,14	1,30	70,6



Gambar 2. Hubungan lama pengadukan campuran beton terhadap kandungan udara dalam adukan beton



Gambar 3. Hubungan nilai slump terhadap kandungan udara dalam adukan beton

4.2 Pembahasan

a. Kekentalan adukan beton

Fenomena yang tampak pada sipat adukan beton yaitu pada pengadukan yang lebih singkat adukan beton menjadi lebih encer, dan terjadi pemisahan air adukan yang lebih awal dan cepat, dibandingkan pada pengadukan yang lebih lama, dimana adukan betonnya menjadi lebih kental atau kaku. Ada beberapa factor yang menyebabkan terjadinya perubahan sifat kekentalan pada adukan beton akibat lama pengadukan campuran beton. Pada pengadukan yang lebih singkat, sebagian besar air adukan belum bercampur baik bersama-sama dengan semen dan agregat lainnya, khususnya kebutuhan air untuk proses berhidrasi dengan semen.

Pengadukan yang lebih lama juga berpengaruh terhadap kenaikan suhu adukan beton, karena gesekan antara material khususnya sesama agregat maupun antara agregat dengan drum pengaduk. Semakin lamanya beton diaduk akan terjadi kenaikan suhu, dan ini menyebabkan panas hidrasi menjadi lebih tinggi sehingga proses pengikatan dan pengerasan semen menjadi lebih cepat. Hal ini mengakibatkan kekentalan atau konsistensi adukan beton menjadi lebih cepat kental, yang pada akhirnya nilai slump akan menjadi lebih rendah. Selanjutnya pengadukan yang lebih lama juga dapat member peluang terjadinya kehilangan air adukan karena factor penguapan. Kehilangan air dapat terjadi pada saat beton itu sedang dikerjakan, maupun pada saat berlangsungnya pengadukan beton.

b. Kandungan udara dalam adukan beton

Pertambahan kandungan udara erat hubungannya dengan nilai slump karena lamanya proses pengadukan beton. Pada pengadukan yang lebih singkat menghasilkan adukan yang lebih encer dan diperoleh kandungan udara yang lebih rendah

daripada adukan yang kental. Hal ini disebabkan oleh adanya air adukan dan mortar yang belum bereaksi baik dengan semen karena pengadukan yang singkat, sehingga air dan pasta semen ataupun mortarnya akan mudah mengalir dan mengisi ruang-ruang dalam adukan beton. Karena encer maka mobilitas adukan menjadi lebih tinggi. Sebaliknya karena pengadukan yang lebih lama, maka sebagian besar air adukan mempunyai waktu yang panjang untuk berhidrasi dengan semen secara lebih baik dan homogenitas adukan juga lebih merata. Adukan menjadi lebih kental dan sulit untuk dapat mengalir dan lambat mengisi ruang-ruang dalam adukan, mobilitas adukan menjadi lebih rendah sehingga member peluang terperangkapnya udara dalam adukan beton. Hubungan nilai slump terhadap kandungan udara dalam adukan beton seperti pada Gambar 3.

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa pada nilai slump yang lebih besar (125 mm), diperoleh kandungan udara dalam adukan beton yang lebih rendah (1,84 %). Sebaliknya pada nilai slump yang lebih kecil (45 mm) diperoleh kandungan udara yang lebih tinggi (3,14 %). Hal ini menandakan bahwa semakin kental adukan betonnya, maka kandungan udaranya akan lebih besar, dan sebaliknya.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa bertambahnya lama waktu pengadukan akan mempengaruhi turunnya nilai slump, tetapi sebaliknya kandungan udara dalam adukan beton akan bertambah. Jadi nilai slump berpengaruh terhadap besarnya kandungan udara dalam adukan beton. Dengan kata lain bahwa pengaruh lamanya adukan berbanding terbalik terhadap nilai slump, dan berbanding lurus terhadap kandungan udara dalam adukan beton.

Waktu pengadukan yang singkat tidak berpengaruh terhadap adanya

kandungan udara didalam adukan beton. Sebaliknya bertambahnya agregat halus dalam adukan beton akan berpengaruh terhadap meningkatnya kandungan udara.

6. Daftar Pustaka

- Anonim, (1991). *Tatacara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, SKSNI T.15-1990-03. Bandung. Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan.
-, (1995). *Tatacara Pengadukan dan Pengecoran Beton*. SNI.03-3976-1995. Jakarta. Dewan Standarisasi Nasional (DSN).
-, (1980). *Metode Pengujian Slump Beton*. SKSNI M-14-1989-F. Bandung. Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan.
-, (1989). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. SKSNI M-14-1989-F. Bandung. Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Istiawan,D. (1994). *Penelitian Penerapan*. Yogyakarta. Gajahmada University Press.
- Murdoch,L.S. Stepanus,H. (1981). *Bahan dan Praktek Beton*. Edisi.4. Jakarta. Erlangga.
- Sampebulu',V. (1988). *A Basic Study on the Properties of Hot Weather Concrete*. (Doctor's Disertation). Departement of Architecture Falcuty of Engineering. Khusyu University. Japan.
- Segel,R. Kusumah,G. (1993). *Pedoman Pengerjaan beton berdasarkan SKSNI.T.15-1991-03*. Seri 2. Jakarta. Erlangga.
- Soetjipto, Ismoyo,P. (1987). *Konstruksi Beton Bertulang*. Seri 1. Jakarta. Direktorat Pendidikan Kejuruan.
- Sumardi,K. (1998). *Teknologi Beton*. Bahan Pelatihan Instruktur Politeknik – ITB. Bandung. Politeknik-ITB.
- Tjokrodimuljo,K. (1998). *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Nafiri.
- Tutt,Bryan.R. (1975). *Flowing Concrete and its Values*. The First International Conference on Ready-mix Concrete. Dundee University. United Kingdom.